

УДК 519.24 + 336.71

**АГЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ ВКЛАДЧИКОВ НА РЕГИОНАЛЬНОМ
РЫНКЕ БАНКОВСКИХ УСЛУГ (ВКЛАДОВ)****А.В. Раменская, Р.Р. Бектемиров (Москва), Е.Н. Корнейченко (Оренбург)****Введение**

Банки играют важную роль финансовых посредников в экономике. Они аккумулируют временно свободные денежные средства, принимая вклады, и выдают денежные средства в качестве кредитов под процент. Банк напрямую зависит от тех средств, которые он привлекает в качестве вкладов по депозитным программам. Эффективная реализация депозитной политики банка требует понимания потребительских предпочтений вкладчиков, что особенно актуально в современных условиях широкой доступности информации обо всех игроках рынка.

В литературе выделяют следующие основные факторы привлекательности банковских вкладов для физических лиц: размер процентной ставки, срок вклада, минимальная сумма вклада, возможность пополнения и снятия денег, наличие специальных предложений для определенных категорий клиентов, гарантированный доход и надежность банка [1-3]. Вкладчики предпочитают избегать рисков, а также в большей степени доверяют крупным и государственным банкам, часто главным фактором в выборе банка является его надёжность, за которым следуют качество обслуживания, удобство и доходность. [4].

Величина процентной ставки по вкладу напрямую связана с величиной ключевой ставки Центрального Банка. Как известно, с августа 2023 г. ключевая ставка в РФ превысила 10%, а в период с ноября 2024 по июнь 2025 ключевая ставка находилась на уровне 21% [5]. В таких условиях банковские вклады являются привлекательным финансовым инструментом для населения. В этот же период между крупными федеральными банками наблюдалось «перераспределение вкладчиков». Банки предлагали своим клиентам специальные условия по вкладам за «новые» деньги (чаще всего максимальную процентную ставку), активно привлекали новых клиентов, что привело к перераспределению долей сбережений населения в крупнейших банках. Региональные же банки обладают меньшим запасом гибкости для адаптации к быстро меняющимся условиям среды и конкурентной борьбы с ведущими банками. При этом в ряде регионов количество присутствующих банков может быть ограниченным. Нами предлагается рассмотреть региональный рынок банковских услуг с ограниченным количеством финансовых учреждений и потенциальных клиентов.

Для описания и анализа процессов в банковском секторе, в том числе в области кредитования, оптимизации операционного управления и динамической оценки рисков в банковской сфере успешно используется имитационное моделирование, особенно гибридный подход, который объединяет агентное, дискретно-событийное моделирование и системную динамику [6, 7].

В работе поставлена цель – разработка имитационной модели поведения клиентов на региональном рынке банковских вкладов. Объект исследования – рынок банковских вкладов в регионе. Предмет исследования – имитационная модель поведения вкладчиков банка.

Материалы и методы решения задач, принятые допущения

Для построения имитационной модели, позволяющей анализировать рынок банковских вкладов в конкретном регионе, нами использована классическая модель

распространения продукта по Бассу [8, 9], работы Отмахова Ю. С. и Ибрагимов Н. М. [10], Раменской А.В. и Ярковой О.Н. [11].

I. Структурный анализ

На основе качественного анализа сформулированы следующие допущения имитационной модели:

- 1) в регионе действуют 3 банка (банк А, банк В, банк С);
- 2) количество потенциальных вкладчиков в региональных банках ограничено (N клиентов);
- 3) вкладчик (агент) выбирает один из трех банков для открытия вклада, исходя из своих предпочтений;
- 4) потенциальный вкладчик принимает решение об открытии вклада под действием рекламы;
- 5) клиенты банков, имеющие действующие вклады, отправляют сообщения другим вкладчикам с одинаковой, постоянной интенсивностью;
- 6) по истечении определенного промежутка времени в банке А появляется новый вклад с повышенной процентной ставкой, после чего клиенты этого банка отправляют сообщение об этом другим вкладчикам с повышенной интенсивностью;
- 7) клиент, получивший сообщение, принимает решение об открытии вклада в банке в зависимости от своего отношения к сообщению;
- 8) интенсивность отправки сообщений клиентами, имеющими действующий вклад, уменьшается со временем;
- 9) получив сообщение от клиентов других банков, клиенты не закрывают свои действующие вклады досрочно;
- 10) по истечении срока действия вклад закрывается;
- 11) клиент, закрывший вклад, может снова открыть вклад через случайный промежуток времени.

II. Формальная постановка задачи

Построение агентно-ориентированной модели поведения вкладчиков банков города Оренбурга выполнено в системе имитационного моделирования AnyLogic 8.9, поскольку она является одной из ведущих на сегодняшний день в области имитационного моделирования.

Агентами в модели являются вкладчики региональных банков. Для задания поведения агентов разработан тип `client`, включающий в себя диаграмму состояний, представленную на рисунке 1, набор атрибутов (параметров), одно событие, динамические переменные и таблично заданную функцию. Рассмотрим подробно все составляющие.

Согласно рис. 1, агент из состояния `potential_client` (потенциальный клиент) под воздействием рекламы принимает решение открыть вклад. Далее случайным образом выбирается один из трех банков. Из состояний открытого вклада в одном из банков (`Bank_A`, `Bank_B`, `Bank_C`) агенты рассылают рекламные сообщения о своем банке другим агентам, выбранным случайным образом. По завершению срока действия вклада агенты переходят в состояние `close`, из которого через некоторый случайный промежуток времени переходят снова в состояние `potential_client`, то есть снова принимают решение о возможности открыть вклад. Предполагается, что прошлый выбор банка не будет оказывать влияние на новое решение.

В тип `client` входят параметры:

- 1) `choice_bank` – дискретная случайная величина с заданным законом распределения, определяющая выбор банка клиентом;

2) *relation_message* – случайная величина, характеризующая отношение клиента к сообщению об открытии другими клиентами вкладов: клиент принимает решение об открытии вклада, если значение переменной превышает порог доверия;

3) *deposit_period* – период времени, на который отрывается вклад;

4) *open_again* – случайная величина, характеризующая время (в днях) повторного открытия вклада;

6) *effect_advertising* – интенсивность воздействия рекламы на потенциальных вкладчиков, постоянная величина;

7) *frequency_contacts* – характеризует интенсивность отправки сообщений между агентами.

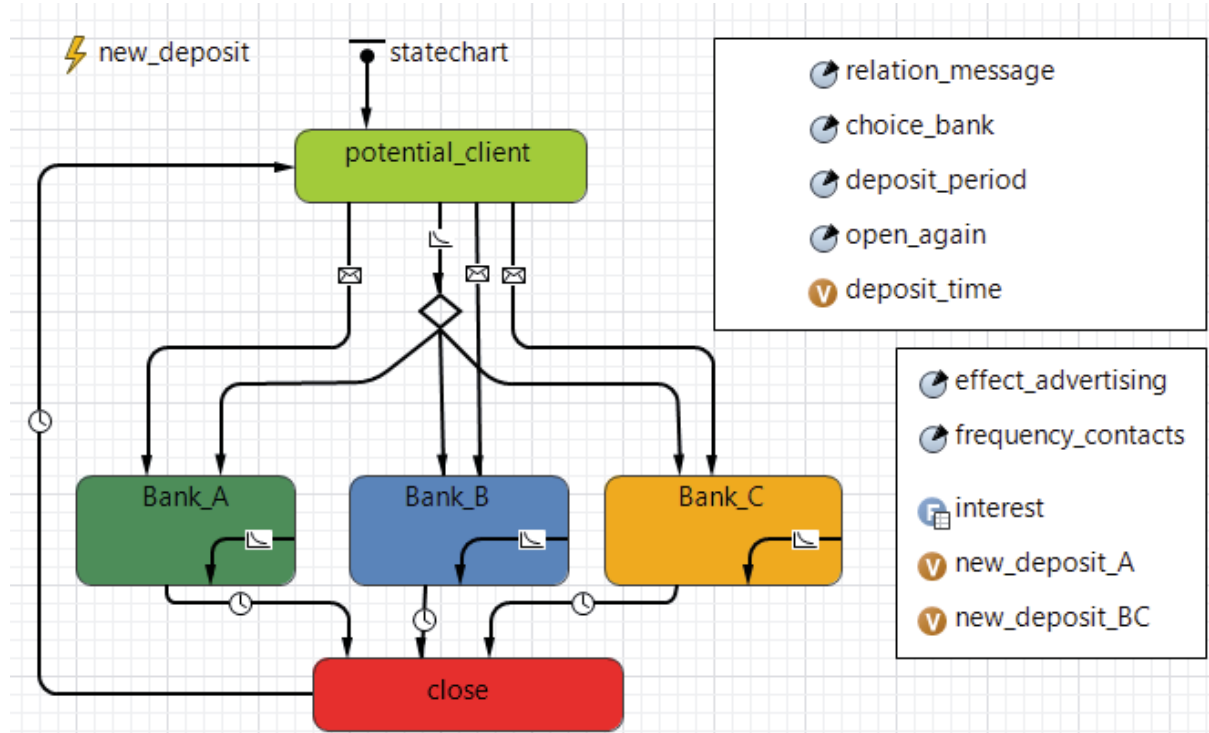


Рис. 1. Диаграмма состояний агента – вкладчика банка

Переменная *deposit_time* показывает, сколько времени прошло с момента открытия клиентом вклада. С помощью табличной функции *interest* задается коэффициент, который будет влиять на частоту эффективных контактов клиента. Аргумент функции – число месяцев, которое прошло с момента открытия агентом вклада. Моделируется эффект «сарафанного радио» с постепенным затуханием: чем меньше времени прошло с момента открытия вклада в банке, тем чаще клиент этого банка сообщает это другим вкладчикам. Значения функции и аппроксимированный график представлены на рис. 2.

Событие *new_deposit_A* отражает появление вклада с повышенной ставкой в банке А. Срабатывает один раз по прошествии заданного времени. При этом интенсивность отправки сообщений клиентами этого банка увеличивается в 2 раза. Переменная *new_deposit_A* показывает, есть ли в банке А новый вклад, а переменная *new_deposit_BC* показывает, появился ли вклад с повышенной ставкой в других банках. По умолчанию принимают значение 0.

III. Построение модели

Для пользователя предусмотрена возможность интерактивного изменения ключевых параметров: эффект рекламы, частота общения клиентов, время появления вклада с повышенной ставкой в банке А. На выходе получаем динамику количества

клиентов по каждому банку, доли вкладчиков на конец моделирования, а также количество новых вкладчиков, которые пришли в банки под действием рекламы и по совету других клиентов.

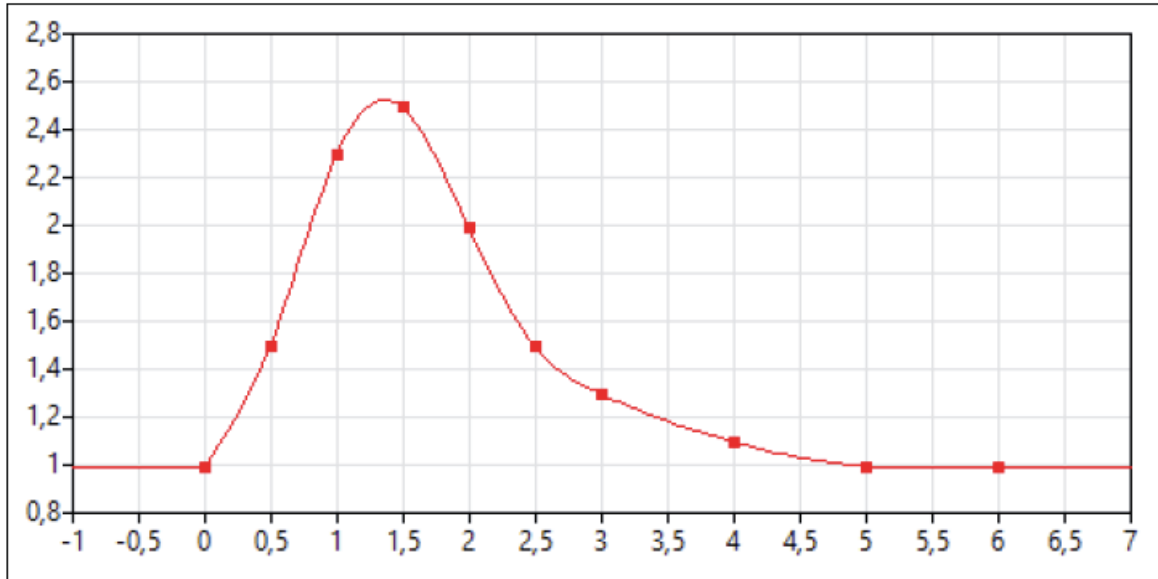


Рис. 2. Аппроксимированный график зависимости интереса к вкладу от времени, прошедшего с момента открытия вклада

После проведения отладки и верификации модели можно перейти к реализации численных экспериментов.

Результаты и обсуждения

Для численных экспериментов задавались следующие значения ключевых параметров модели:

- количество потенциальных вкладчиков (агентов) составило 10000;
- срок вкладов есть случайная величина, распределённая по закону Пуассона со средним значением 6 месяцев;
- интенсивность общения клиентов принимает начальное значение 7 контактов в день;
- интенсивность воздействия рекламы на потенциальных вкладчиков 0,04;
- время повторного открытия вклада – случайная величина, распределённая по треугольному закону с параметрами (1, 30, 14) дней;
- переменная `choice_bank` моделировалась как дискретная случайная величина, принимающая три возможных значения `Bank_A`, `Bank_B`, `Bank_C`, вероятности которых оценивались как доли объема вкладов в каждый банк на конец 2023 года (табл. 1).

Таблица 1. Доли вкладчиков региональных банков на рынке

Показатель	Bank_A	Bank_B	Bank_C	Сумма
Объем вкладов в банках на конец 2023 года (млрд. рублей)	3,530	6,773	5,960	16,263
Доля вкладчиков банка на рынке (%)	0,22	0,42	0,36	1

Рассмотрим результаты базового сценария, в котором только в одной из региональных банков, банке А появляется новый вклад с повышенной процентной ставкой через 3 мес (рис. 3 и 4).

В первый месяц происходит распределение потенциальных клиентов по трем банкам, согласно долям банков. До 90 дня количество вкладчиков банков растет с одинаковой скоростью.

Начиная с 100 дня количество вкладчиков банка А начинает расти быстрее ввиду появления в нем нового вклада, рост сохраняется до конца периода моделирования.

Количество вкладчиков по всем банкам стабилизируется через полгода, что свидетельствует о некотором переходе к равновесному состоянию. Колебания числа вкладчиков обусловлены сроками вклада и возможной сменой банка при открытии следующего вклада. Через год после появления нового вклада в банке А количество вкладчиков этого банка составляет 3720 человека (45%), банка В – 2380 чел (29%), банка С – 2150 чел (26%) (рис. 3).

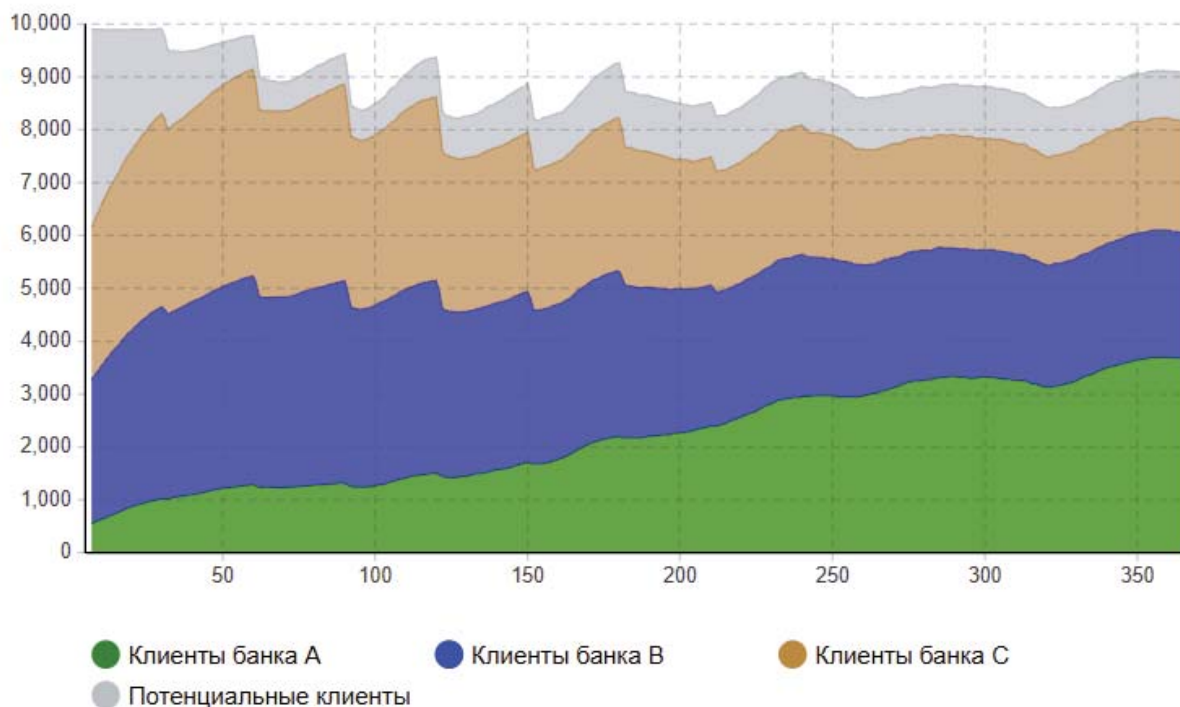


Рис. 3. Динамика количества вкладчиков региональных банков

В первые два месяца потенциальные вкладчики практически не открывают вклад в банке А по совету других людей.

Начиная с 70 дня количество вкладчиков банка А открывших вклад по совету других вкладчиков, возрастает (рис. 4).

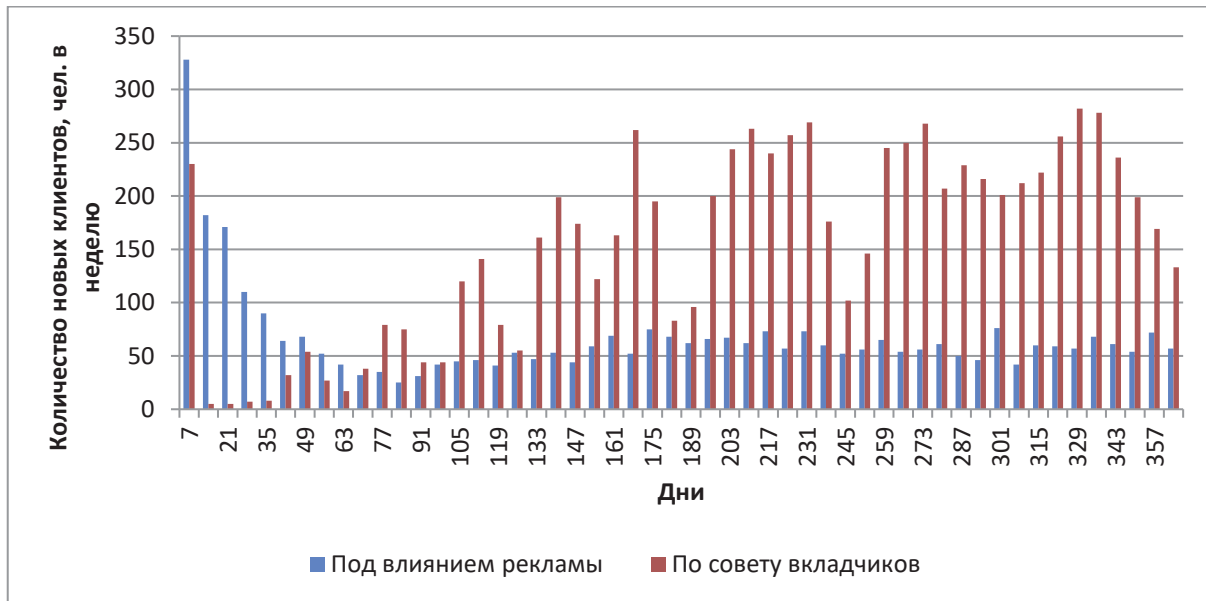


Рис. 4. Динамика количества клиентов, открывших вклад в банке А по совету других вкладчиков и под действием рекламы

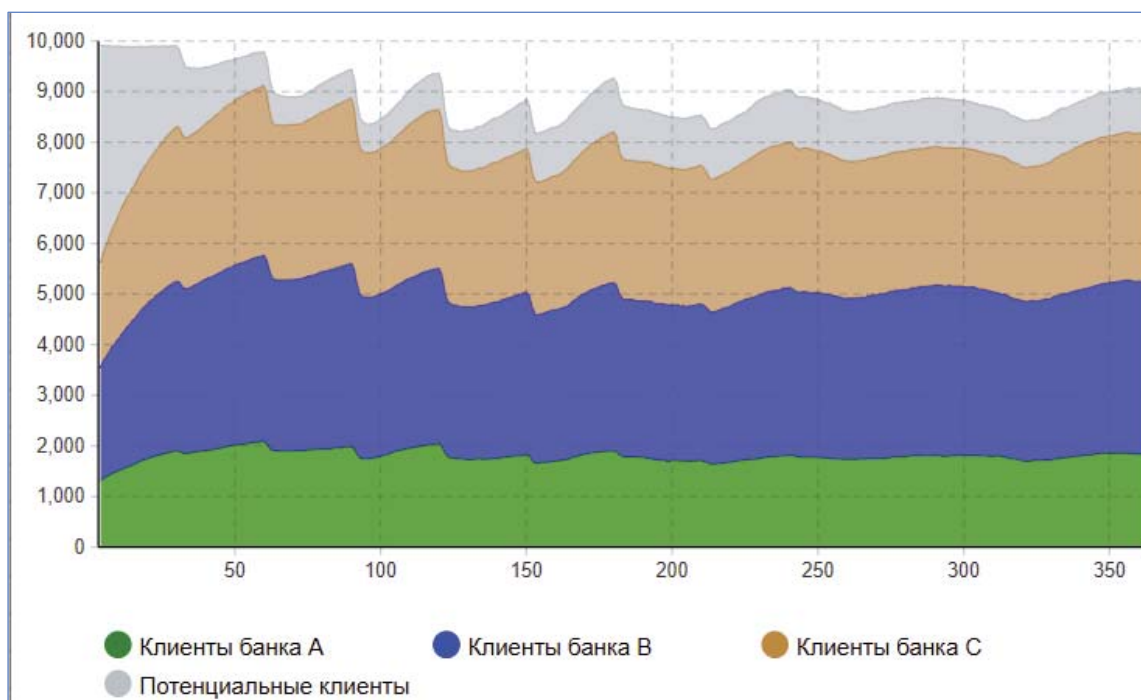


Рис. 5. Динамика количества вкладчиков на региональном рынке банковских вкладов для второго сценария

До 90 дня количество вкладчиков банков растет с одинаковой скоростью. Начиная с 91 дня количество вкладчиков банка А начинает расти быстрее ввиду появления на рынке нового вклада. Аналогичная ситуация наблюдается у других банков с появлением у них новых вкладов. Количество вкладчиков всех региональных банков растет до 180 дня, после чего наблюдается снижение количества вкладчиков во всех банках. Это обусловлено тем, что клиенты забирают денежные средства по истечении срока вклада (6 мес). Однако количество клиентов банка А снижается не так стремительно, поскольку в этом банке новый вклад появился раньше, чем в других банках. Другими словами, существенного снижения количества клиентов банка А

после 180 дня не происходит даже при том, что срок вклада у некоторых клиентов истек.

Во втором сценарии на конец моделируемого периода количество вкладчиков в региональных банках распределено следующим образом: вкладчики банка А составляют 23%, банка В – 41%, банка С – 36%.

Заключение

В работе предложена имитационная базовая модель, описывающая рынок банковских вкладов в регионе с ограниченным количеством игроков. Для моделирования использован агентный подход, дающий широкие возможности для оценки рисков в банковской сфере.

Построенная имитационная модель позволила проанализировать два различных сценария внедрения нового вклада на рынок. Анализ первого сценария, в котором новый вклад с повышенной ставкой вводился только в банке А, показал, что через год количество вкладчиков банка А увеличится с 30% до 45% от общего количества участников рынка, на банк В и банк С будет приходиться по 29% и 26% соответственно. Большинство новых клиентов откроют вклад по совету других вкладчиков. Во втором сценарии новый вклад появлялся во всех региональных банках. Тогда через год количество вкладчиков в региональных банках распределится следующим образом: вкладчики банка А составляют 23%, банка В – 41%, банка С – 36%.

Выбранная среда моделирования позволяет совершенствовать модель в плане учета новых факторов, влияющих на предпочтения клиентов. К перспективам дальнейшего исследования можно отнести модификацию модели, учитывающую характеристики вкладов, а также возможность досрочного закрытия клиентами вкладов при появлении более выгодных условий.

Литература

1. **Плешков К.В.** Анализ потребительских предпочтений на рынке банковских услуг среди разных возрастных групп потребителей / К.В. Плешков, И.А. Леонтьева // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. Том 8. № 12А. С. 99-106.
2. **Попова Т.А.** Исследование предпочтений клиентов при выборе банковского вклада / Т.А. Попова, Г.В. Назарова, Л.А. Вагнер // Финансы и учетная политика, –2023. №2 (30). С. 27-33.
3. **Маллаева, М.И.** Факторы и тенденции сберегательного поведения населения в современной России / М.И. Маллаева, С.А. Курбанов // Региональные проблемы преобразования экономики. 2022. №12. С. DOI: 10.26726/1812-7096-2022-12-33-39.
4. **Малкина М.Ю.** Анализ сберегательного поведения вкладчиков российских банков / М.Ю. Малкина, И.Ю. Храмова // Экономический анализ: теория и практика. –2016. №8 (455). С. 4-17.
5. Значение ключевой ставки. [Электронный ресурс] Сайт Центрального Банка Российской Федерации. Режим доступа: https://www.cbr.ru/hd_base/keyrate/.
6. **Мицель А.А.** Имитационная динамическая модель банка / А.А. Мицель, С.Д. Тепикина // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2011. №41. С.13-18.
7. **Макаров В.Л.** Agent-based modelling for queuing system of financial-credit organization. / В.Л. Макаров, А.Р. Бахтизин, Г.Л. Бекларян, А. Акопов // Аудит и финансовый анализ, 2020. № 5. С. 32. DOI: 10.38097/AFA.2020.70.54.005.
8. **Bass F.M.** A new product growth for model consumer durables / Bass M. Frank // Management Science. 1969. №15 (5). P. 215-227. DOI:10.1287/mnsc.15.5.215.
9. **Bass F.M.** Why the Bass Model Fits without Decision Variables. / F.M. Bass, T.V. Krishnan, D.C. Jain // Marketing Science, 1994. № 13. P. 203-223.

10. **Отмахова Ю.С.** Агент-ориентированное моделирование поведения потребителей на рынке молочной продукции. / Ю.С. Отмахова, Н.М. Ибрагимов // Наука Красноярья, 2020. 9 (4). С. 281-295. DOI: 10.12731/2070-7568-2020-4-281-295.
11. **Раменская А.В.** Агентная модель распространения банковской паники / А.В. Раменская, Н.П. Фот, О.Н. Яркова // Имитационное моделирование. Теория и практика (ИММОД-2023) : одиннадцатая Всерос. науч.-практ. конф. по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности, 18-20 окт. 2023 г., Казань / под ред. В. В. Девяткова. Казань: Изд-во АН РТ, 2023. С. 691-697.
12. **Лапшина А.М.** Анализ факторов, влияющих на изменение банковских процентных ставок по вкладам для физических лиц / А.М. Лапшина // Молодежный сборник научных статей «Научные стремления». 2019. №26. С. 53-57.
13. **Pastushkov A.V.** Evolutionary and agent-based computational finance: The new paradigms for asset pricing. / A.V. Pastushkov // Journal of the new economic association, 2025. №1 (66). P. 196-222 (in English). DOI: 10.31737/22212264_2025_1_196-222.